COMISION TÉCNICA Y FINANCIERA DE LAS OBRAS HIDROELECTRICAS DEL RIO NEGRO
Carpeta Expediente
170 - 1163

contador aumentar principales retardo

Pantalla mezquina red hund purrio aereadores limpiera ¡Peores! 2 cuadrillas otra- cadriques- bomba nivel aguas arriba

4 compuertas a rodillos

Ancho en luz	= 7000
Altura en luz	= 7000
Embalse máximo	= + 85,4 m (nivel máximo de crecidas)
Umbral	= + 50,7 m
Altura de embalse máximo	= 34,7 m
Material	= St. 00.12
Esfuerzo admisible	= 1400 kg/cm^2

Abrir : En caso de haberse producido una diferencia de nivel/ /de 7,5 m como máximo.

Cerrar : Con embalse lleno por un lado y sin contrapresión por otro lado.

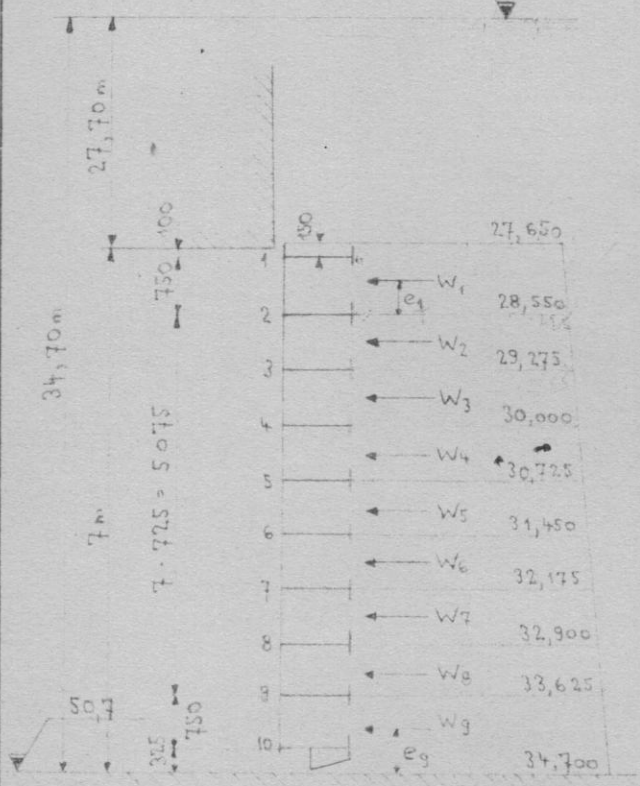
Revestimiento de chapa : Aguas abajo.

Impermeabilización : Aguas abajo.

Observación : Cada tablero será provisto de 2 dispositivos de cierre de segmento para llenar de 1,68 x 0,20 m de ancho en luz cada uno.
El servicio se realice mediante tirante del servomotor.

-:-

Altura máxima de crecidas 85,4



Presión del agua

$$e_1 = \frac{900.(28{,}55 + 2.27{,}65)}{3 \cdot (2855 + 27{,}65)} = 447 \text{ mm}$$

$$e_2 = \frac{725.(29{,}275 + 2.28{,}55)}{3 \cdot (29{,}275 + 28{,}55)} = 361 \text{ mm}$$

$$e_3 = \frac{725.(30 + 2.29{,}275)}{3 \cdot (30 + 29{,}275)} = 361 \text{ mm}$$

$$e_4 = \frac{725.(30{,}725 + 2.30)}{3 \cdot (30{,}725 + 30)} = 361 \text{ mm}$$

$$e_5 = \frac{725.(31{,}45 + 2 \cdot 30{,}725)}{3 \cdot (31{,}45 + 30{,}725)} = 361 \text{ mm}$$

$$e_6 = \frac{725.(32{,}175 + 2.31{,}45)}{3 \cdot (32{,}175 + 31{,}45)} = 361 \text{ mm}$$

$$e_7 = \frac{725.(32{,}90 + 2.32{,}175)}{3 \cdot (32{,}90 + 32{,}175)} = 361 \text{ mm}$$

$$e_8 = \frac{725.(33{,}625 + 2.32{,}90)}{3 \cdot (33{,}625 + 32{,}90)} = 361 \text{ mm}$$

$$e_9 = \frac{1075.(34{,}70 + 2.33{,}625)}{3 \cdot (34{,}70 + 33{,}625)} = 536 \text{ mm}$$

$$W_1 = \frac{(27{,}65 + 28{,}55)}{2} \cdot 0{,}9 \cdot 7{,}1 = 179{,}5 \text{ t}$$

$$W_2 = \frac{(28{,}55 + 29{,}275)}{2} \cdot 0{,}725 \cdot 7{,}1 = 148{,}5 \text{ t}$$

$$W_3 = \frac{(29{,}275 + 30{,}0)}{2} \cdot 0{,}725 \cdot 7{,}1 = 153{,}0 \text{ t}$$

$$W_4 = \frac{(30 + 30{,}725)}{2} \cdot 0{,}725 \cdot 7{,}1 = 156{,}0 \text{ t}$$

$$W_5 = \frac{(30{,}725 + 31{,}45)}{2} \cdot 0{,}725 \cdot 7{,}1 = 160{,}0 \text{ t}$$

$$W_6 = \frac{(31{,}45 + 32{,}175)}{2} \cdot 0{,}725 \cdot 7{,}1 = 163{,}5 \text{ t}$$

$$W_7 = \frac{(32{,}175 + 32{,}9)}{2} \cdot 0{,}725 \cdot 7{,}1 = 167{,}5 \text{ t}$$

$$W_8 = \frac{(32{,}9 + 33{,}625)}{2} \cdot 0{,}725 \cdot 7{,}1 = 171{,}0 \text{ t}$$

$$W_9 = \frac{(33{,}625 + 34{,}7)}{2} \cdot 1{,}075 \cdot 7{,}1 = 261{,}0 \text{ t}$$

1560,0 t

Prueba: $\Sigma W = \frac{27{,}65 + 34{,}7}{2} \cdot 7{,}05 \cdot 7{,}1 = 1560$ t.

Viga principal 1 - 10. $H_1 = \frac{W_1 \cdot e_1}{0,75} = \frac{179,5 \cdot 0,447}{0,750} = 107,00$ t

$H_2 = 179,5 - 107 + (148,5 : 2) = 146,75$ t

$H_3 = (148,5 + 153) : 2 = 150,75$ t

$H_4 = (153 + 156) : 2 = 154,50$ t

$H_5 = (156 + 160) : 2 = 158,00$ t

$H_6 = (160 + 163,5) : 2 = 161,75$ t

$H_7 = (163,5 + 167,5) : 2 = 165,50$ t

$H_8 = (167,5 + 171) : 2 = 169,25$ t

$H_9 = \frac{171}{2} + (\frac{[536-325] \cdot 261}{750}) =$

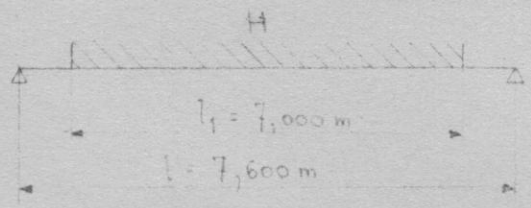
$= 85,5 + 73,5 = 159,00$ t

$H_{10} = 261 - 73,5 = 187,50$ t

1560,00 t

Momentos de Flexión.

$$M = H \cdot \frac{(1 - \frac{1}{2})}{4} = \frac{H \cdot (7,6 - 3,50)}{4} = H \cdot 1,0250.$$



$M_1 = 110$ tm

$M_2 = 150,5$ tm

$M_3 = 154,5$ tm

$M_4 = 158,5$ tm

$M_5 = 162$ tm

$M_6 = 166$ tm

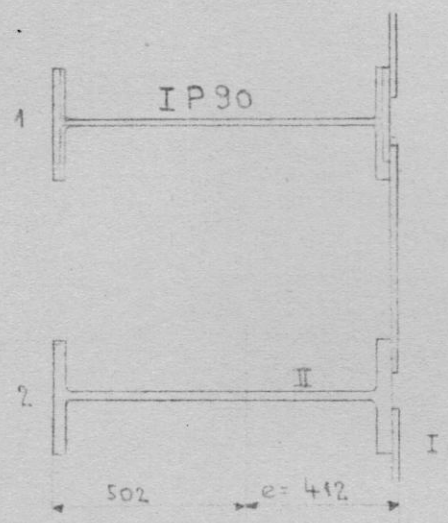
$M_7 = 170$ tm

$M_8 = 173,5$ tm

$M_9 = 163$ tm

$M_{10} = 192,5$ tm

-:-



Viga principal 1

M = 110 tm ; Q = 107 t

I P 90 ; W = 11250 cm^3

$\sigma = \frac{11000000}{11250} = 980$ kg/cm^2

Perfiles de las vigas principales 2-9.

Chapa	F =	2 x 18 x 1,4 =	50 cm^2
I P.90	F =		381 cm^2
Sa.	=		431 cm^2

$e = \frac{0,7 \times 50 + 46,4 \times 381}{431} = 41,2$ cm

$J_I = 50 \times 40,5^2 = 82000$ cm^4

$J_{P.90} = 506000 + 381 \times 5,2^2 = 516300$ cm^4

$J_{total} = 598300$ cm^4

$W = 598300 : 50,2 = \underline{11950\ cm^3}$

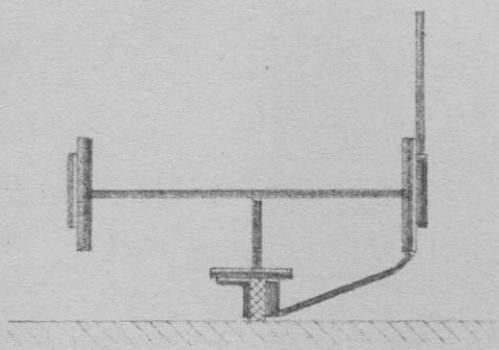
Esfuerzo del material :

Viga principal	2	3	4	5	6	7	8	9
M = tm	150,5	154,5	158,5	162	166	170	173,5	163
W = cm^3	11950	=	=	=	=	=	=	11950
σ = M : W	1260	1290	1325	1355	1390	1420	1450	1365

kg/cm^2

Viga principal 10.

M = 192,50 tm



Perfil reforzado

J = I P.90 = 506000 cm^4

2 ▭ 200/20 = 2 x 20 x 2 x 46^2 = 170000 cm^4

Sa. 676000 cm^4

W = 676000 : 47 = 1440 cm^3

σ = 19250000 : 1440 = 1340 kg/cm^2

Perfil sin refuerzo

I P.90 W = 11250 cm^3

Longitud de las placas de refuerzo:

$$= 7{,}6 \times \sqrt{1 - \frac{11250}{14400}} + 0{,}2 \text{ m} = 3{,}80 \text{ m}$$

construido 4,6 m.

Grueso de chapa, según Bach.

a = 85 cm b = 45 cm p = 3,36 Atm.

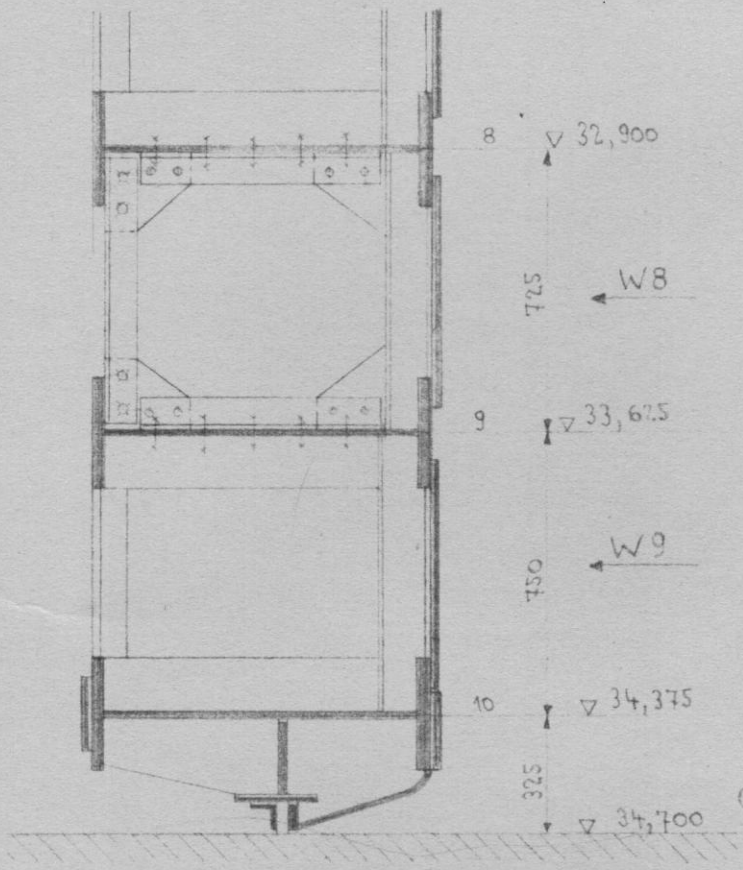
$$s = 45 \sqrt{\frac{0{,}75 \times 3{,}36}{2 \times 1200 \times \left[1 + \left(\frac{b}{a}\right)^2\right]}} + 0{,}1 = 12{,}5 + 1{,}0 \text{ mm} = 13{,}5 \text{ mm}$$

Escogido 14 mm

en todos los campos.

-:-

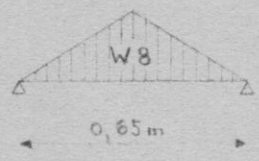
Llanta vertical de refuerzo.



Distancias = 0,85 m

$$W_8 = \frac{32,90+33,625}{4} \times 0,725 \times 0,85 = 10,4 \text{ t.}$$

Llanta vertical de refuerzo 8 - 9 .



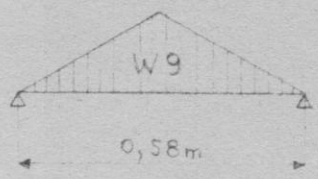
$$M = \frac{0,65 \times 10,4}{6} = 1,13 \text{ tm}$$

Perfil I 12 $W = 121,4 \text{ cm}^3$

$$\sigma = \frac{113000}{121,4} = 930 \text{ kg/cm}^2$$

Llanta vertical de refuerzo 9 - 10.

$$W_9 = \frac{33,625 + 34,375}{4} \times 0,75 \times 0,85 = 10,8 \text{ t.}$$



$$M = \frac{10,8 \times 0,58}{6} = \underline{1,045 \text{ tm}}$$

escogido I 14 $W = 81,9 \text{ cm}^3$

$$\sigma = \frac{104500}{81,9} = \underline{1275 \text{ kg/cm}^2.}$$

-:-

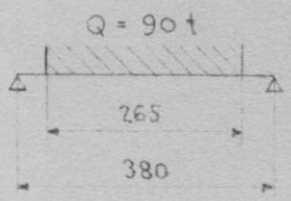
Rodillo
Acero fundido.

Presión del rodillo = ~ 90 to
Diámetro = 650 cm
Ancho = 15 cm
(Curva deducida)

Presión contra los rieles St. 60 - 70 kg/cm^2.

$$k = \frac{90000}{2 \times 32{,}5 \times 15} = \underline{93{,}5 \text{ kg/cm}^2.}$$

Bulones:



$$M = \frac{90000 \times 12{,}4}{2} = 560000 \text{ kgcm.}$$

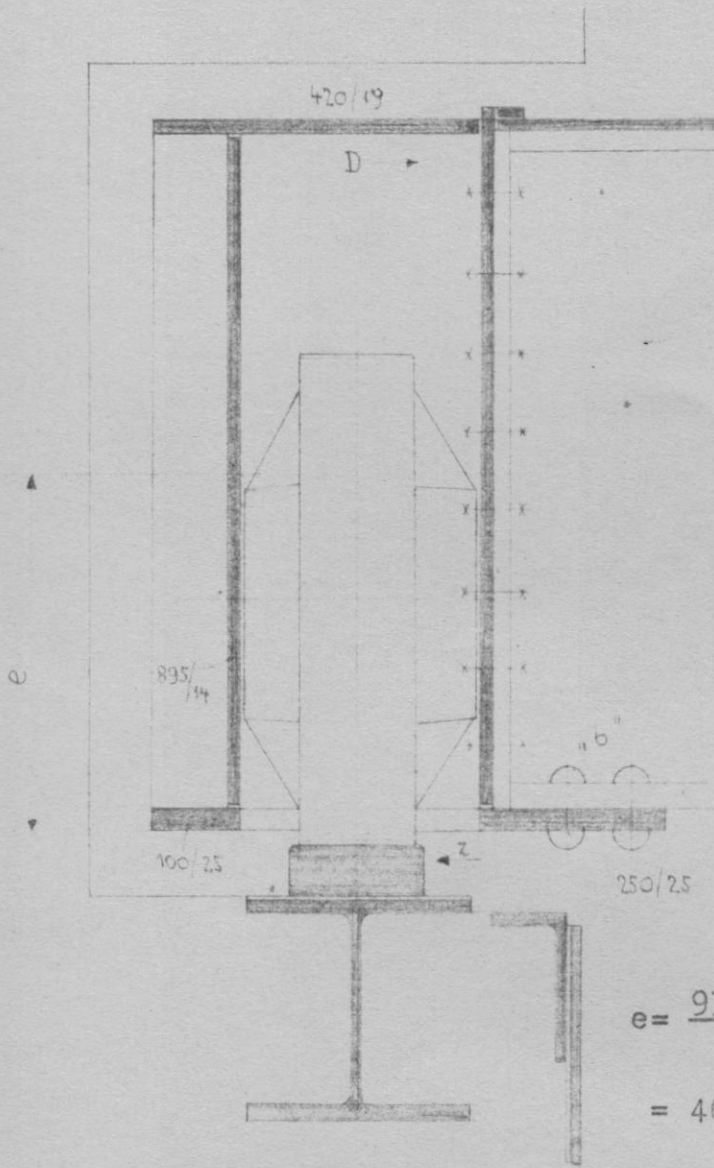
$$W = \frac{\pi}{32} \times d^3 = \frac{\pi}{32} \times 18^3 = 583 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = \frac{560000}{583} = \underline{960 \text{ kg/cm}^2}$$

Presión contra las superficies en el manguito de fundición roja .

$$\sigma = 90000 : 26{,}5 \times 18 = 190 \text{ kg/cm}^2.$$

-:-



Viga para los rodillos.

Presión de los rodillos =
= 90000 kg

M = 0,175x0,750x90 = 11,80 tm

Viga corrida

420 x 19	F_1 =	80	cm^2
100 x 25	F_2 =	25	cm^2
250 x 25	F_3 =	62,5	cm^2
2 x 895/14	F_4 =	250	cm^2
	F_{total} =	417,5	cm^2.

$$e = \frac{93x80+1,25x25+1,25x62,5+47,25x250}{417,5}$$

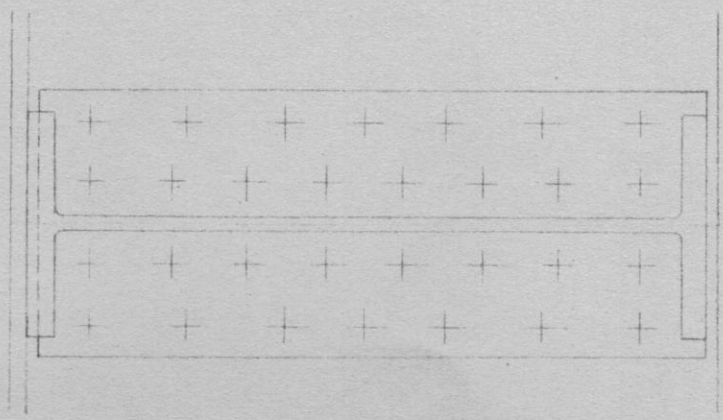
= 46,5 cm.

J Chapa	$= \frac{89,5^3 \times 1,4}{12} + 250 \times 0,75^2$ =	83500	cm^4
100/25	$= 25 \times 45,25^2$ =	51000	cm^4
250/25	$= 62,5 \times 45,25^2$ =	128000	cm^4
420/19	$= 80 \times 47^2$ =	175000	cm^4
		437500	cm^4

W = 437500 : 47,5 = 9200 cm^3

σ = 1180000 : 9200 = 130 kg/cm^2.

-:-



Empalme de las vigas principales a las vigas para los rodillos.

Fuerza transversal = $\frac{187,5}{2}$ = 93,75 t (con 10)

La carga mencionada arriba será acogida por tornillos con fiador embutido

$$\sigma = \frac{93750}{2,5^2 \times \frac{\pi}{4} \times 30} = 630 \text{ kg/cm}^2$$

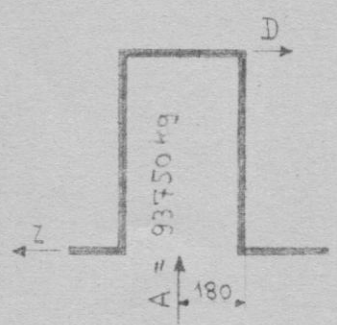
Presión del bulón del remache contra la pared interior del agujero.

con 14 mm de grueso de chapa.

$$\sigma_1 = \frac{93750}{30 \times 2,5 \times 1,4} = 900 \text{ kg/cm}^2$$

Momento en el punto de empalme

$$z = D = \frac{93750 \times 180}{900} = 18800 \text{ kg}$$



La fuerza de presión D = 18800 kg se transmite por la placa de cabeza inflexible de la viga para los rodillos al lado frontal de las vigas principales.

-:-

Cantidad de los remaches para la admisión de la fuerza de tracción :

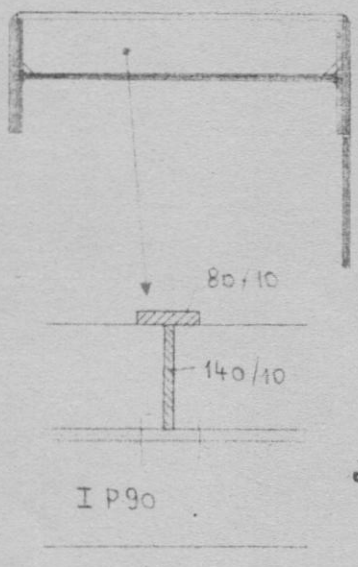
$$= \frac{18800}{2{,}5^2 \frac{\pi}{4} \times 10} = 380 \text{ kg/cm}^2$$

Prueba del grueso de la parte vertical de las vigas principales I P.90 por carga de agua (según Bach).

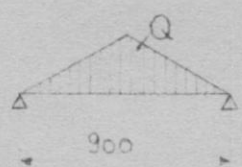
a = 83 b = 45 cm p = 2,78 Atm.

$$s = 45 \sqrt{\frac{0{,}75 \times 2{,}78 \cdot}{1200 \times 2 \times \left[1 + \left(\frac{45}{83}\right)^2\right]}} = 1{,}17 \text{ cm}$$

existente 1,9 cm.



Costillas. $Q = \frac{0{,}85 \times 0{,}45 \times 27{,}8}{2} = 5{,}3$ t



$M = \frac{0{,}9 \times 5{,}3}{6} = 0{,}80$ tm

$W = \frac{80000}{1200} = 66{,}2 \text{ cm}^3$ necesario.

$J = 140 \times 10 = b \times h^3 : 12 = 14^3 : 12 = 228$

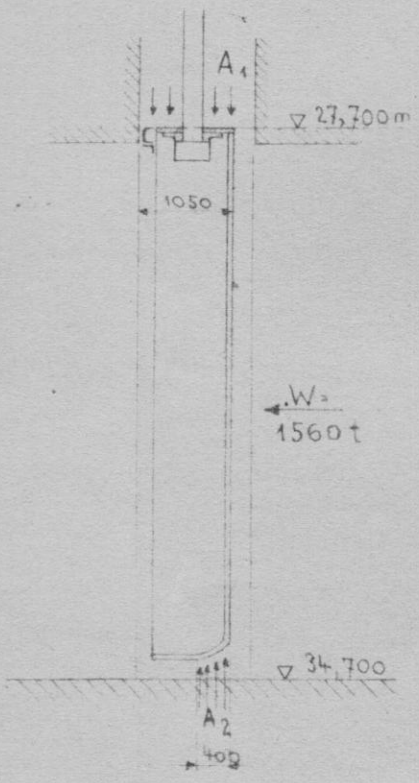
$\square$ 80/10 y pieza correspondiente de I P.90 = $2 \times 8 \times 1 \times 7{,}5^2$ = 903

1131 cm^4

$W = 1131 : 8 = 141{,}8 \text{ cm}^3$ $\sigma = \frac{0{,}8 \times 100 \times 1000}{141{,}8} = 570 \text{ kg/cm}^2$.

-:-

Fuerzas de freno al caer la compuerta un poco antes de tocar fondo.



Caso 1°. Coeficiente mínimo de roce sin empuje hacia arriba A_z; rotura de tubo.

Actua hacia abajo:

Carga de agua: 1,05 x 7,1 x 27,7 = 206,50 t

Peso de compuerta + tirante de émbolo = 63,00 t

Sa. 269,50 t

Frenan las resistencias de roce:

Rueda motriz, fricción rodante:

$$Z_1 = \frac{Q \times \mu}{R} = \frac{1560 \times 0,05}{32,5} = 2,40 \text{ t}$$

Rodillo: Fricción del gorrón:

$$Z_2 = \frac{Q \times \mu \times r}{R} = \frac{1560 \times 0,15 \times 9}{32,5} = 64,70 \text{ t}$$

Fricción de la corona de asiento:

$$Z_3 = 1,5 \times Z_1 = 3,60 \text{ t}$$

Junta arriba horizontal:

$$Z_4 = 27,7 \times 7,1 \times 0,09 \times 0,3 = 5,30 \text{ t}$$

Junta vertical:

$$Z_5 = 2 \times 7 \times 0,05 \times \frac{34,70+27,7}{2} \times 0,3 = 6,55 \text{ t}$$

82,55 t

Total: 187,95 t

Esta representa la mayor fuerza de freno que debe admitirse por estrangulación en el servomotor.

-:-

Caso 2°. Empuje hacia arriba A_2.
Fuerzas máximas de roce, rotura de tubo.

Actua hacia abajo:

según caso 1°. 269,50 t

Fricción rodante:

$$Z_1 = \frac{Q \times \mu}{R} = \frac{1560 \times 0,10}{32,5} = 4,80 \text{ t}$$

Fricción del gorrón:

$$Z_2 = \frac{1560 \times 0,30 \times 9}{32,5} = 130,20 \text{ t}$$

$\mu = 0,30$.

Fricción de la corona de asiento:

$$Z_3 = 1,5 \times Z_1 = 7,20 \text{ t}$$

Junta arriba horizontal:

$$Z_4 = 27,7 \times 7,1 \times 0,09 \times 0,50 = 8,85 \text{ t}$$

Junta vertical:

$$Z_5 = 2 \times 7 \times 0,05 \times \left(\frac{34,7+27,7}{2}\right) \times 0,50 = 10,90 \text{ t}$$

Empuje hacia arriba:

$$A_2 = 7,1 \times 0,40 \times 34,7 = 98,50 \text{ t}$$

260,45 t

Total 9,05 t

Caso 3°. Presión de umbral tocando fondo la compuerta, carga de agua A_1 y empuje hacia arriba A_2 sin fricción, rotura de tubo.

Carga de agua = (caso 1°) 206,50 t

Peso propio = 63,00 t

Sa. 269,50 t

Empuje hacia arriba A_2 = (caso 2°) 98,50 t

total 171,00 t

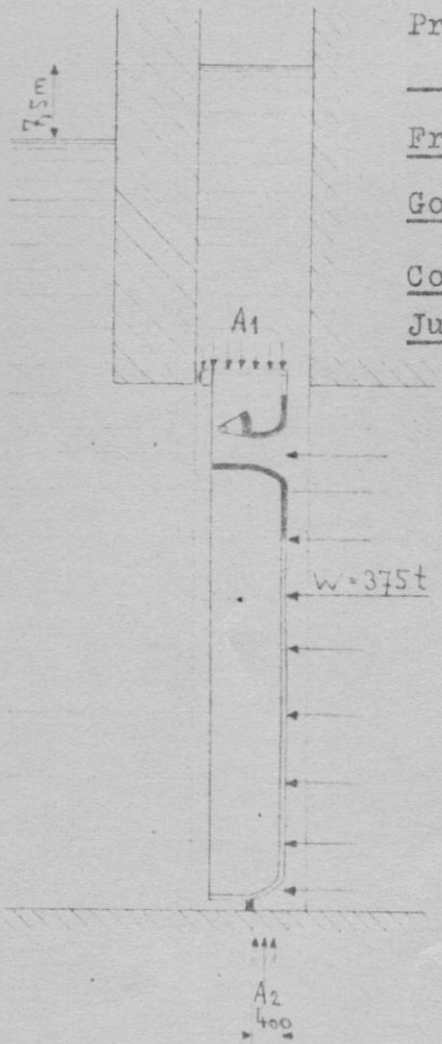
-:-

Fuerza de levantamiento con 7,5 m de diferencia de nivel.

Caso 4°.

Fuerzas maximales de fricción con empuje hacia arriba A_2.

Presión de agua = 7,05 x 7,1 x 7,5 = 375,00 t.



Friccion rodante = $\frac{375 \times 0,10}{32,5}$ =	1,15 t
Gorrón = $\frac{375 \times 0,30 \times 9}{32,5}$ =	31,20 t
Corona de asiento = 1,5 x 1,15 =	1,73 t
Junta arriba horizontal = μ = 0,5	
= 7,5 x 7,1 x 0,09 x 0,50 =	2,40 t
Junta vertical = μ = 0,5	
= 2 x 7 x 0,05 x 7,5 x 0,5 =	2,62 t
Carga de agua A_1 =	
= 1,05 x 7,1 x 7,5 =	55,80 t
Peso propio sumergido =	
= $\frac{63 \times 6,85}{7,85}$ =	55,00 t
	Sa.149,90 t

Empuje hacia arriba = A_2

= 7,1 x 0,4 x 7,5 m = 21,30 t

Fuerza de tracción necesaria Sa.128,60 t

Caso 5°.

Poco tiempo después de levantarse elimina el empuje hacia arriba A_2, entonces hay que gastar como fuerza máxima de tracción 149,90 t.